

A6

CDMA chip synchronization circuit

Patent Number: ☐ EP0848503, A3
Publication date: 1998-06-17
Inventor(s): SATO TOSHIFUMI (JP)
Applicant(s):: NIPPON ELECTRIC CO (JP)
Requested Patent: ☐ JP10173630
Application Number: EP19970121342 19971204
Priority Number(s): JP19960333393 19961213
IPC Classification: H04B1/707
EC Classification: H04B1/707A
Equivalents: CA2223116, JP2765574B2, ☐ US6188679

Abstract

A CDMA chip synchronization circuit is provided for a mobile communications system employing a wide band CDMA method, especially direct spread code division multiple access (DS-CDMA) method, and is designed to have a capability to certainly perform detection of multipath receiving timing, particularly synchronous tracking, under a low Eb/No environment where multipaths are received in an overlap manner. Herein, a radio receiver (101) converts radio frequency signals to digital base band signals, whilst a search section (111) detects receiving timing with respect to multipath components contained in the digital base band signals. The detected receiving timing is used as a center position for receiving on a time axis. The radio receiver is connected with multipath receivers (112), each of which contains a number of correlators (102) which produce correlation values between the multipath components and dc-spreading codes which are delayed by different delay times respectively. Herein, the correlators correspond to prescribed intervals of time which deviate from the center position for receiving on the time axis. Correlator outputs are temporarily stored in a memory (103). Then, the multipath receiver selects a correlator output having a best receiving quality from among the correlator outputs by every prescribed interval of time corresponding to a pilot period, so synchronous detection is performed using the selected correlator output. Outputs of the multipath

receivers are combined at a maximum ratio, so that receiving data are produced. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2765574号

(45) 発行日 平成10年(1998) 6月18日

(24) 登録日 平成10年(1998) 4月3日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

A

H 0 4 B 7/26

H 0 4 L 7/00

C

H 0 4 L 7/00

H 0 4 B 7/26

P

請求項の数 6 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-333393

(22) 出願日 平成8年(1996)12月13日

(65) 公開番号 特開平10-173630

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月26日

審査請求日 平成8年(1996)12月13日

(73) 特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 佐藤 俊文

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 弘男

審査官 石井 研一

(56) 参考文献 特開 平8-307382 (J P, A)

特開 平9-116523 (J P, A)

特開 平9-261120 (J P, A)

特開 平8-102697 (J P, A)

特開 昭62-137931 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CDMAチップ同期回路

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直接拡散符号分割多元接続方式を用いた移動通信システムの受信機のCDMAチップ同期回路において、

受信信号に含まれる複数のマルチパス成分の受信タイミングを測定するサーチ手段と、

該サーチ手段で測定した前記受信タイミングに対して、該受信タイミングを中心として、その前後の1チップ周期より短い時間間隔の複数のタイミングで受信を行う複数の受信手段と、

該複数の受信手段の出力を一時記憶するメモリと、前記複数の受信手段で受信した複数の受信信号のうち、受信品質の最も良い受信信号を一定時間間隔で選択する選択手段と、

により構成されることを特徴とするCDMAチップ同期

2

回路。

【請求項2】 前記選択手段は、伝播路のフェージング周期と比べて短く、且つ、受信品質の平均化処理が可能な時間間隔で、選択する受信信号を切り替えることを特徴とする請求項1に記載のCDMAチップ同期回路。

【請求項3】 前記選択手段は、最も受信品質の良い受信信号の受信タイミングと2番目に受信品質の良い受信信号の受信タイミングの時間間隔があらかじめ定められた時間より短いとき、該2つの受信信号を選択することを特徴とする請求項1に記載のCDMAチップ同期回路。

【請求項4】 前記選択手段は、受信品質の判断を受信信号の電力の大きさにより行うことを特徴とする請求項1に記載のCDMAチップ同期回路。

【請求項5】 前記選択手段は、受信品質の判断を受信

3

信号電力と干渉電力の比により行うことを特徴とする請求項1に記載のCDMAチップ同期回路。

【請求項6】 直接拡散符号分割多元接続方式を用いた移動通信システムのCDMA受信機のCDMAチップ同期回路において、
受信した無線周波数信号をデジタルベースバンド信号に変換する無線受信部と、
前記デジタルベースバンド信号に含まれる複数のマルチパス成分の各々の復調処理を行う複数のマルチパス復調部と、
該マルチパス復調部で復調された複数のマルチパス成分を最大比合成し、受信データを出力するRAKE合成部と、
前記デジタルベースバンド信号のスペクトラムを逆拡散するための逆拡散符号を発生する逆拡散符号発生部と、
前記デジタルベースバンド信号に含まれる複数のマルチパス成分の受信タイミングを測定するサーチ手段と、
を備え、
前記マルチパス復調部が、
前記逆拡散符号を前記サーチ手段の検出した受信タイミングと一致するように遅延させる遅延手段と、
前記遅延された逆拡散符号を1チップ周期より短い一定の遅延間隔で遅らせた複数の出力端子を持つシフトレジスタと、
前記デジタルベースバンド信号と前記シフトレジスタの出力の各々との相関値を求めることにより前記デジタルベースバンド信号の逆拡散を行う複数の相関器と、
前記複数の相関器の出力を一時的に蓄積するメモリと、
前記メモリを一定時間間隔で読み出し、最も受信品質の良い相関器出力を選択する最適値検出手段および選択手段と、
該選択手段により選択された相関器出力を用いて同期検波を行う同期検波手段と、を有することを特徴とするCDMAチップ同期回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はCDMAチップ同期回路に関し、詳しくは移動通信システム、特に直接拡散符号分割多元接続(DS-SS)方式を用いた自動車電話・携帯電話システム(セルラシステム)の受信装置、特に基地局受信装置における受信タイミング検出回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来例として、特開平4-347944号公報や、特開平6-284111号公報の「スペクトラム拡散通信装置の同期装置」や、特公平2-39139号公報の「スペクトラム拡散通信方式の受信装置」や、1994年5月に発行されたTelecommunication Industry Association (TIA)による「TIA/EIA INTERIM STANDARD (TIA/EIA/IS-95-A) Mobile Station-Base Station

4

n Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System PN-3421 (to be published as IS-95-A) の第6章、第7章」や、1995年4月に発行されたAndrew J. Viterbi著の「Principle of Spread Spectrum Communication」の第3章39ページ～66ページおよび図3.1、図3.2、図3.6」等が挙げられる。

【0003】 従来の移動通信システムのうち、符号分割多元接続(CDMA)方式を用いたデジタル自動車電話・携帯電話システム(セルラシステム)として、北米標準方式(TIA IS-95)が知られている。TIAの発行する標準仕様書TIA/EIA/IS-95-Aの第6章には移動局に要求される動作が記述されており、第7章には基地局に要求される動作が記述されている。しかしながら、上記標準仕様書は主に無線インタフェースを規格化するものであるため、変調方式、信号フォーマット等は記述されているが、具体的な受信方法については書かれていない。

【0004】 IS-95-Aの下り回線(基地局→移動局)では、情報で変調された複数ユーザのトラフィックチャネル(TCH)に加えて、情報で変調されていない共通パイロットチャネル(PLCH)が比較的強い電力で送信されており、移動局はこのパイロットチャネルを使って最適な受信タイミングを決めれば良いため、低いEb/No (Ebは情報1ビット当たりの受信信号のエネルギー、Noは1Hz当たりの雑音と干渉信号の電力密度)のもとで受信タイミングを決定しなければならないという問題は小さかった。しかしながら、パイロットチャネルを強い電力で送信するということは、それだけ、実際に情報を送信するトラフィックチャネルの数を減らさなければならないため、1基地局当たりのユーザ数が減少するという別の問題がある。

【0005】 IS-95-Aの上り回線(移動局→基地局)では、共通パイロットチャネルは存在せず、64-ary直交符号で変調と4倍直接拡散を組み合わせた変調方式が採用されている。64-ary直交符号を用いることにより、BPSK、QPSK等と比べて、1シンボル当たりの電力が大きくなること、非同期検波を採用しても同期検波に対する劣化が小さいこと、等のメリットがあるが、受信方式は複雑である。

【0006】 IS-95-Aの主要諸元は、チップレート1.2288 Mcps、ビットレート9.6 kbps、直接拡散の拡散率128倍、である。チップレートが比較的低速であり(狭帯域CDMA)、伝播遅延の瞬時変動幅に比べ、チップ周期が比較的長いので、受信タイミング検出回路の特性が甘くても受信特性の劣化が少なかった。しかしながら、音声に限らず高速のデータ通信を行うためにはビットレート、チップレートを5～100倍程度速くする必要があり(広帯域CDMA)、IS-95-Aでは見えなかった問題点がでてきている。た

5

例えば、チップレート10Mcpsの場合、伝播経路が30m異なるだけで、1チップだけ受信タイミングがずれ、元のタイミングでは受信できなくなる。また、数チップの遅延時間の範囲に複数のマルチパスが重なり合っ

て現れ、ピーク位置がはっきりしないという問題がある。
【0007】従来の受信タイミング検出方式(チップ同期)は、たとえば、参考文献(アンドリュー J ビタビ、Andrew J. Viterbi 著、Principle of Spread Spectrum Communication)に記載されている。疑似ランダム符号である拡散符号で拡散された信号のタイミングの捕捉は2段階で行われる。すなわち、初期同期捕捉(サーチ)と同期追尾(トラッキング)の2段階に分けられる。

【0008】初期同期捕捉(サーチ)方法は、参考文献の3章4節に説明されているように、関連電力がある閾値を越えるまで、受信タイミングを1/2チップ間隔でずらせながら、シリアルにサーチする方式である。

【0009】同期追尾(トラッキング)はアーリー・レイト・ゲート(early-late gate)あるいはディレイ・ロック・ループ(DLL)と呼ばれる方法で、受信すべき遅延時間の Δt だけ早いタイミングでの関連電力と Δt だけ遅いタイミングでの関連電力を求め、両者の差が0となるように、タイミングを微調整するという方式である。

【0010】上記、初期同期捕捉および同期追尾の方法を多少改善し、回路の共通化とマルチパス伝播路に対するトラッキング機能を追加した方法が、特開平4-347944号公報に記載されている。しかしながら、基本的な動作はビタビの参考文献の方法と同一であり、また、広帯域CDMAにおける課題を解決するものではない。

【0011】また、特公平2-39139号公報には、スライディング相関器を、初期同期捕捉時のみではなく、常時動作させ、新たなパスをサーチする方法が記載されている。同様な記載が特開平6-284111号公報にも見られる。常時新たなパスをサーチすることにより、瞬断時間を短縮することは可能になるが、複数のパスが重なって受信されるとき、短時間に正確なピーク位置を検出することが可能になるわけではない。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】CDMA方式を用いた移動通信システムでは、複数の建物、山等で反射され、伝播時間が微妙に異なる複数の伝播経路を経由して受信される、いわゆるマルチパス信号の各々にタイミングをあわせて受信しなければならない。また、周波数の有効利用のため、各チャネルは非常に低いEb/N0環境下で受信できなければならない。

【0013】特に、チップレートが10Mcps程度以上の広帯域CDMA方式の場合、伝播距離が30m変わ

6

っただけで受信タイミングが1チップずれてしまい、受信できなくなる。30m程度の伝播遅延差は、基地局と移動局の距離が変わらなくても、伝播経路が多少変動するだけで容易に発生するため、複数のマルチパスが数チップの範囲で重なって受信されると同時に受信パスの変動(新たなパスの出現、消失)が非常に頻繁になるという現象が現れる。

【0014】従来、受信タイミングの同期追尾(トラッキング)に用いられていた遅延ロックループ(DLL)は、マルチパスの各々が分離したピークをもち、且つ、伝播遅延時間が緩やかに連続的に変動する場合に有効な技術であったが、マルチパスが重なって受信され且つ不連続的に遅延時間が変化する広帯域CDMAでは、トラッキング不可能になる場合があるという問題があった。

【0015】本発明の目的は、広帯域CDMA方式を採用した移動通信システムにおいて、低いEb/N0環境で、マルチパス受信タイミング、特に同期追尾(トラッキング)を確実に行うことのできる手段を提供することである。

【0016】この結果、広帯域CDMA受信機の受信品質を向上し、高速データ伝送を可能とすることを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明のCDMA受信機のチップ同期回路は、受信した無線周波数信号をデジタルベースバンド信号に変換する無線受信部(図1の101)と、デジタルベースバンド信号に含まれる複数のマルチパス成分の各々の復調処理を行う複数のマルチパス復調部(図1の112)と、マルチパス復調部で復調された複数のマルチパス成分を最大比合成し受信データを出力するRAKE合成部(図1の107)と、スペクトラムを逆拡散する符号を発生する逆拡散符号発生部(図1の108)と、複数のマルチパス成分の受信タイミングを測定するサーチ手段(図1の111)と、より構成され、特にマルチパス復調部は、逆拡散符号をサーチ手段の検出した受信タイミングと一致するように遅延させる遅延手段(図1の109)と、遅延された逆拡散符号を一定の遅延間隔たとえば1/4チップ間隔で遅らせた複数の出力端子を持つシフトレジスタ(図1の110)と、デジタルベースバンド信号とシフトレジスタの各出力との相関値を求めることにより受信信号の逆拡散を行う複数の相関器(図1の102)と、複数の相関器の出力を一時的に蓄積するメモリ(図1の103)と、メモリから一定時間間隔で読み出し、最も受信品質の良い相関器出力を選択する最適値検出手段および選択手段(図1の104、105)と、選択された相関器出力を用いて同期検波を行う同期検波手段(図1の106)と、により構成されている。

【0018】図1に示すように、サーチ手段で検出した受信タイミングを基準として、たとえば1/4チップ間

10

20

30

40

50

隔でずらせたタイミングで同時に相関計算（逆拡散）を行い、逆拡散後の受信品質の最も良いタイミングの信号を後で選択することにより、受信タイミングが不連続的に変化する場合でも確実な受信が可能になる。また、DLLと異なって、複数のパスが完全に分離されずに重なって受信されるような伝播環境でも確実に受信レベルがピークとなるタイミングを捕捉することが可能になる。

【0019】また、サーチ手段は、たとえば1/4チップ精度で正確な受信レベルがピークとなるタイミングを検出する必要がなく、各マルチパス復調部の捕捉できる範囲におさまる精度でピークのタイミングを検出できれば良い。したがって、サーチ手段の検出精度を押えるかわりに検出速度を早めることが可能になる。

【0020】

【発明の実施の形態】次に本発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。

【0021】図2は、本発明を適用する、広帯域CDMAにおける遅延時間と受信レベルの関係をモデル化して示すグラフである。

【0022】この図は、2つの独立したマルチパス群をもち、1つのマルチパス群は1/2チップずつ離れた3つのパスが互いに重なりあって受信される場合をモデル化している。

【0023】図2のうち上のグラフでは、第1のパス群の3つのパスは同位相で受信されているため、強め合って中央に大きなピークができています。第2のパス群の3つのパスは、中央のパスが逆位相で受信されているため、打ち消しあって中央の受信レベルは非常に小さくなり、2つのサブピークに分かれて見えています。

【0024】図2のうち下のグラフでは、第1のパス群の3つのパスのうち、最後の1パスが逆位相で受信されているため、ピークの位置がセンターより1/2チップ前にずれて見えています。また、センターより1/2チップ後に小さなサブピークができています。第2のパス群は、最初の1パス以外が逆位相となっているため、ピーク位置がセンターより1/2チップ遅れた位置になっている。

【0025】このように、複数のマルチパスがわずかにずれて重なり合って受信される場合には、各パスの受信タイミングも受信レベルも変化しなくても、互いの位相関係が変化するだけで、受信レベルのピークが揺らぐことが分かる。

【0026】本発明の受信機は、サーチ手段でパス群の位置を検出し、サーチ手段の検出したパス群の各々に対して、マルチパス復調部を割り当て、各マルチパス復調部は、サーチ手段の検出したタイミングをセンターとして、その両側（遅延の少ないタイミングと大きいタイミング、たとえば±1/2チップ、±1/4チップ）で受信信号を逆拡散する複数の相関器をもち、一定の時間間隔で受信品質の最も良いタイミングの相関器出力（逆拡

散信号）を選んで復調することを行うものである。

【0027】図2のうち上のグラフの第2のパス群のように、同じレベルの2つのピークが1チップ以上離れて（すなわち2つのピークに含まれる雑音が独立とみなせる場合）現れる場合、あるいは図2のうち下のグラフの第1のパス群のように1チップ以上離れた位置に比較的大きなサブピークが現れる場合は、2つのピークに対応する相関器出力を取り出し、合成することも可能である。

10 【0028】図3は、本発明の第1実施例における、信号フォーマットを示す図であり、図3において、PLはパイロットシンボルを示している。

【0029】図3に示すように、フェージング周期と比べて短い一定周期（たとえば0.625ms周期）で既知のパイロット信号が挿入されて伝送され、このパイロット信号を参照信号として同期検波を行う方式の場合、このパイロット周期を区切りとして、複数の相関器出力をメモリに蓄積し、このパイロット周期に含まれる信号の受信品質を各相関器ごとに測定し、最も受信品質の高い相関器出力、および、受信品質の最も高い相関器のタイミング（ピーク位置）から雑音が独立と考えられるだけ離れた位置にサブピークが検出される場合は、このサブピークに対応する相関器出力をメモリより取り出し、パイロット信号をキャリア位相を示す参照信号として同期検波を行う。

【0030】なお、各相関器出力の受信品質の判定方法としては、次のような方法が適用できる。

- ・パイロット信号の受信レベルによる判定。
- ・パイロット信号が複数のシンボルで構成されるとき、その平均値の2乗（信号電力の推定値）と分散（雑音電力の推定値）の比による判定。
- ・パイロット信号部分だけでなく、データ信号部分も使って受信レベルを測定して判定する。
- ・データ部分を仮判定し、仮判定結果で受信データを逆変調することで全データの位相をキャリア位相にそろえた後、その平均値の2乗（信号電力の推定値）と分散（雑音電力の推定値）の比による判定。

【0031】

【実施例】次に本発明の一実施例について図面を参照して説明する。

【0032】図1は、本発明の実施例を示すブロック図である。

【0033】図1を参照すると、本発明のCDMAチップ同期回路は、受信した無線周波数信号をデジタルベースバンド信号に変換する無線受信部101と、デジタルベースバンド信号に含まれる複数のマルチパス成分の各々の復調処理を行う複数のマルチパス復調部112と、マルチパス復調部112で復調された複数のマルチパス成分を最大比合成し受信データを出力するRAKE合成部107と、スペクトラムを逆拡散する符号を発生する

逆拡散符号発生部108と、複数のマルチパス成分の受信タイミングを測定するサーチ手段111と、より構成され、特にマルチパス復調部112は、逆拡散符号をサーチ手段111の検出した受信タイミングと一致するように遅延させる遅延手段109と、遅延された逆拡散符号を一定の遅延間隔、たとえば1/4チップ間隔で遅らせた複数の出力端子を持つシフトレジスタ110と、デジタルベースバンド信号とシフトレジスタ110の各出力との相関値を求めることにより受信信号の逆拡散を行う複数の相関器102と、複数の相関器の出力を一時的に蓄積するメモリ103と、メモリを一定時間間隔で読み出し、最も受信品質の良い相関器出力を選択する最適値検出手段104および選択手段105と、選択された相関器出力を用いて同期検波を行う同期検波手段106と、により構成されている。

【0034】マルチパス復調部112は、実伝播環境において、有効なマルチパス数の最大値とハードウェア規模のトレードオフ関係で決定されるが、通常の都市部では1無線信号受信部(1アンテナに対応)当たり4個程度あれば良い。1つのマルチパス復調部112は、サーチ手段111の示すタイミングをセンターとして、0、±1/4チップ、±1/2チップの合計5つのタイミングで相関値を求める5個の相関器102を含んでいる。

【0035】メモリ103は、5個の相関器出力を、パイロットシンボルで区切られた1スロット区間分記憶できれば良い。

【0036】移動機は基地局から移動機に送信されている下り信号にフレーム同期をとって上り信号を送信するため、基地局のサーチ手段111は、1つの基地局のカバーするサービスエリア半径にしたがって、あらかじめ定められ伝播遅延の範囲で、パスサーチを行えば良い。このような基地局用パスサーチ方法は、たとえば特願平8-185103号に記載されているので、あえて説明しない。

【0037】最適値検出手段104の処理方法は上記実施の形態で説明した通りである。

【0038】

【発明の効果】第1の効果は、一定周期(たとえばパイロット信号が挿入される周期)ごとに最適な受信タイミングを微調整できることである。このため、広帯域CDMAにおいて、複数のマルチパスが重なり合って受信されるような伝播環境においても、受信レベルのピークの変動に同期追尾(トラッキング)でき、安定した受信が可能になるという効果がある。

【0039】第2の効果は、サーチ手段の検出精度をゆるめることが可能になることである。このため、サーチを行う際の平均化時間を少なくすることが可能になり、伝播経路が急に変化しても新たなパスを速やかに検出することが可能になるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明を適用する広帯域CDMAにおける伝播特性(遅延プロファイル)をモデル化してあらわしたグラフであり、伝播遅延時間、受信レベルが変動しないで、パス間の位相関係が変化したときの合成プロファイルの差を比較したグラフである。

【図3】本発明の一実施の形態における信号フォーマットを示す図である。

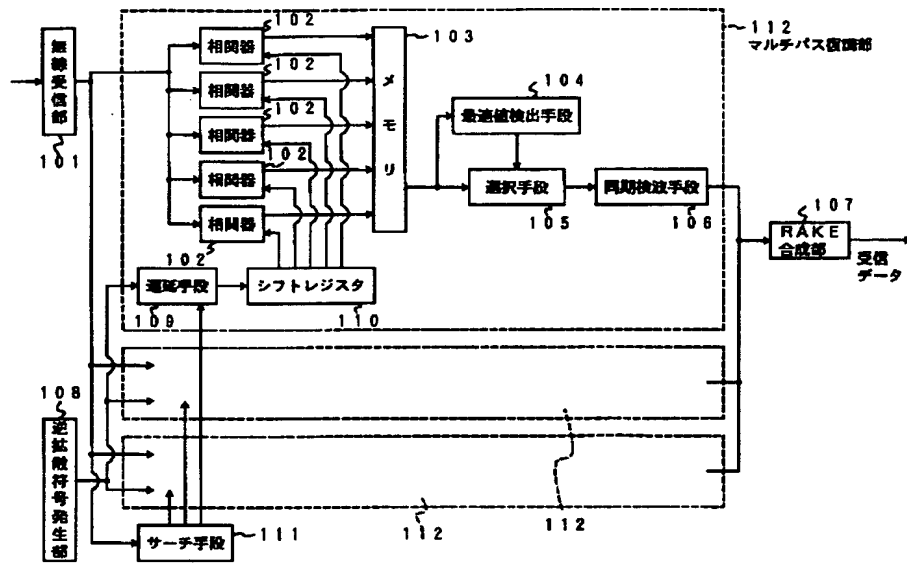
【符号の説明】

- 101 無線信号受信部
- 102 相関器
- 103 メモリ
- 104 最適値検出手段
- 105 選択手段
- 106 同期検波手段
- 107 RAKE合成部
- 108 逆拡散符号発生部
- 109 遅延手段
- 110 シフトレジスタ
- 111 サーチ手段
- 112 マルチパス復調部

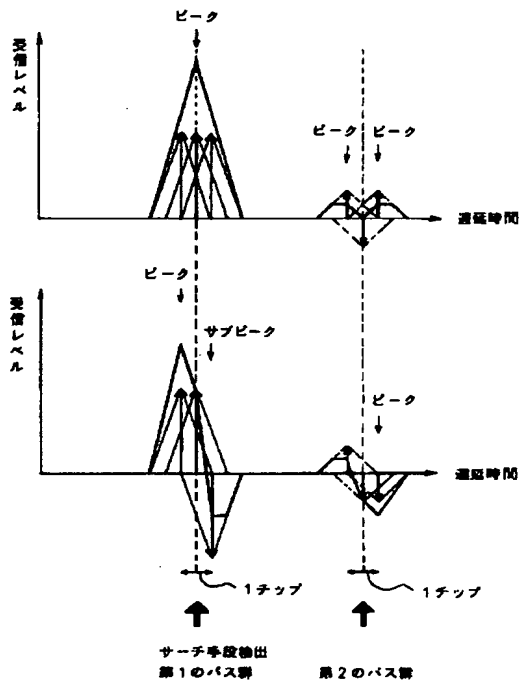
【図3】

| | | | | | |
|--|----|-----|----|-----|--|
| | PL | データ | PL | データ | |
|--|----|-----|----|-----|--|

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, DB名)

H04J 13/00

H04B 7/26

H04L 7/00

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.